



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 196 01 721 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>8</sup>:  
**F 04 B 1/00**  
F 04 B 1/20  
F 04 B 27/08

②1 Aktenzeichen: 196 01 721.1  
②2 Anmeldetag: 18. 1. 96  
④3 Offenlegungstag: 31. 7. 97

DE 19601721 A1

⑦1 Anmelder:

Brueninghaus-Hydrumatik GmbH, 89275 Elchingen,  
DE

⑦4 Vertreter:

Mitscherlich & Partner, Patent- und Rechtsanwälte,  
80331 München

⑦2 Erfinder:

Lemmen, Ralf, 72072 Tübingen, DE

⑤6 Entgegenhaltungen:

DE	43 01 133 C2
DE	43 01 123 C2
DE	43 01 121 C2
DE	43 01 120 C2
DE	36 27 652 C2
DE	44 08 803 A1
GB	13 55 325
US	32 63 823

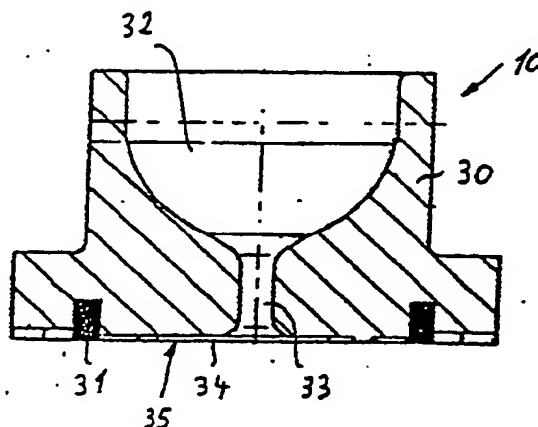
DE-Z.: Ölhydraulik u. Pneumatik, 39 (1995) Nr. 7,  
S. 550-559, S. Donders: »Schnellaufende Kolben-  
pumpen für die Wasserhydraulik-Werkstoffe und  
Konstruktion«;

DE-B.: Römppps Chemie-Lexikon, Franckh'sche  
Verlagshandlung Stuttgart, S. 3219,3221,3223;

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Gewichtsoptimierter, mehrteiliger Gleitschuh

⑤7 Die Erfindung betrifft einen Gleitschuh (10) zum gleiten-  
den Abstützen der Kolben (5, 6) einer Axial- oder Radialkol-  
benmaschine gegen eine z. B. auf einer Taumel-, Schräg-  
oder Schiefscheibe ausgebildeten Gleitfläche (20).  
Der erfindungsgemäße Gleitschuh (10) besteht aus einem  
mit dem zugeordneten Kolben (5) in Verbindung stehenden  
Stützkörper (30) und einem in den Stützkörper (30) einge-  
setzten und mit diesem verbundenen Gleitteil (31), das an  
der Gleitfläche (20) anliegt. Während das Gleitteil (31) aus  
einem Material mit guten Gleiteigenschaften besteht, weist  
das Material des Stützkörpers (30) eine hohe mechanische  
Festigkeit auf. Durch die erfindungsgemäße Trennung der  
Gleit- und Stützfunktion des Gleitschuhs (10) können für das  
Gleitteil (31) als auch im besonderen Maße für den Stützkör-  
per (30) Materialien mit geringem spezifischen Gewicht  
eingesetzt werden. Dadurch wird das Eigengewicht des  
erfindungsgemäßen Gleitschuhs (10) verringert, wodurch die  
auf den Gleitschuh (10) einwirkenden Fliehkräfte vermindert  
werden. Eine hydrostatische Maschine mit den erfindungs-  
gemäß weitergebildeten Gleitschuhen (10) kann daher mit  
einer höheren Drehzahl betrieben werden.



DE 19601721 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 06. 97 702 031/15

7/24

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Gleitschuh zur Verwendung in einer Axial- oder Radialkolbenmaschine.

Mehrteilig ausgebildete Gleitschuhe nach dem Oberbegriff des Anspruches 1 zur Verwendung in hydrostatischen Maschinen sind bereits bekannt. So geht aus der DE-36 27 652 A1 ein zweiteiliger Gleitschuh mit einer an die Gleitfläche angrenzenden Gleitschicht aus einem Keramik-Material und einem Stützkörper aus einem gehärteten Lagerstahl hervor. Durch die an der Gleitsohle angeordnete Keramik-Schicht soll einem Festfressen der Gleitschuhe entgegengewirkt werden.

Aus der US-3 263 623 ist ebenfalls ein zweiteiliger Gleitschuh bekannt. Das ringförmig ausgebildete Gleiteil ist dabei so angeordnet, daß es mit der Drucktasche zur hydraulischen Entlastung des Gleitschuhs nicht in Berührung steht. Auf diese Weise wird Leckverlusten entgegengewirkt, die entstehen können, wenn das poröse Material des Gleiteils mit der Drucktasche in Verbindung käme.

Bei hohen Drehzahlen von hydrostatischen Maschinen werden die Gleitschuhe mit erheblichen Fliehkräften belastet. Diese bewirken ein Verkippen der Gleitschuhe, was zu einer Beschädigung der Gleitschuhe und/oder der auf der Schräg- oder Taumelscheibe ausgebildeten Gleitfläche führt.

Es ist daher die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, die auf die Gleitschuhe einwirkenden Fliehkräfte zu vermindern und somit einen höheren Drehzahlbereich beim Betrieb der hydrostatischen Maschine zu ermöglichen.

Die Aufgabe wird durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruches 1 in Verbindung mit den gattungsbildenden Merkmalen gelöst.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß zur Verminderung der auf die Gleitschuhe einwirkenden Fliehkraft das Eigengewicht der Gleitschuhe vermindert werden muß. Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß der Gleitschuh in einen Stützkörper und ein in diesen eingesetztes Gleiteil untergliedert wird und für das Gleiteil ein Material mit guten Gleiteigenschaften bei gleichzeitig geringem spezifischen Gewicht und für den Stützkörper ein Material hoher mechanischer Festigkeit bei ebenfalls gleichzeitig geringem spezifischen Gewicht ausgewählt wird. Eine gezielte Materialauswahl wird durch die zweiteilige Untergliederung des Gleitschuhs ermöglicht, da für das Gleiteil neben geringem spezifischen Gewicht lediglich auf gute Gleiteigenschaften, nicht jedoch auf die mechanische Festigkeit geachtet werden muß, wohingegen für den Stützkörper neben geringem spezifischen Gewicht lediglich auf eine hohe mechanische Festigkeit zu achten ist, während die Gleiteigenschaften dieses Materials unerheblich sind.

Die Ansprüche 2 bis 11 beinhalten vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung.

Die Ansprüche 2 bis 5 beziehen sich auf eine vorteilhafte Materialauswahl für den Stützkörper und das Gleiteil. Der Stützkörper besteht vorzugsweise aus einem Leichtmaterial, insbesondere Aluminium oder eine Aluminiumlegierung. Besonders geeignete Leichtmetalle sind Titan oder Titanlegierung.

Das Gleiteil besteht vorzugsweise aus einem keramischen Material. Besonders geeignet sind alle als Lager verwendbare Materialien wie z. B.  $Al_2O_3$ ,  $ZrO_2$ , SiC.

Die Ansprüche 6 bis 10 betreffen die geometrische Form des Gleiteils. Das Gleiteil kann nach Anspruch 6

ringförmig, nach Anspruch 7 scheibenförmig und nach Anspruch 8 zylinderförmig ausgebildet sein. Insbesondere ist es entsprechend den Ansprüchen 9 und 10 möglich, das Gleiteil in Form eines Stufenzylinders mit Abschnitten unterschiedlichen Durchmessers auszubilden, wobei der an eine Ausnehmung zur Aufnahme des Kugelskopfes des zugeordneten Kolbens angrenzende Abschnitt an den Durchmesser dieser Ausnehmung angepaßt sein kann. Dabei überträgt der Kugelskopf des Kolbens die Stützkraft unmittelbar auf das Gleiteil, das außenseitig von dem Stützkörper umgeben ist.

Entsprechend Anspruch 11 kann der Stützkörper und/oder das Gleiteil von einer Schmierbohrung durchdrungen sein.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben. Darin zeigen:

Fig. 1 einen Schnitt durch ein erstes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Gleitschuhs;

Fig. 2 einen Schnitt durch ein zweites Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Gleitschuhs;

Fig. 3 einen Schnitt durch ein drittes Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Gleitschuhs;

Fig. 4 eine Draufsicht auf die Gleitsohle eines Gleitschuhs entsprechend einem der Ausführungsbeispiele der Fig. 1 bis 3;

Fig. 5 einen Schnitt durch eine Axialkolbenmaschine, bei welcher die vorliegende Erfindung zum Einsatz kommt;

Fig. 6 einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Gleitschuh mit zugehörigem Kolben, wobei der Kugelskopf am Kolben ausgebildet ist;

Fig. 7 einen Schnitt durch einen erfindungsgemäßen Gleitschuh mit zugehörigem Kolben, wobei der Kugelskopf am Gleitschuh ausgebildet ist.

Bei der in Fig. 5 schematisch dargestellten Axialkolbenmaschine 1 ist eine Zylindertrommel 3 mit einer drehbar gelagerten Welle 2 kraftschlüssig verbunden. In der Zylindertrommel 3 sind radial gleichmäßig verteilte Zylinderbohrungen, nachfolgend als Zylinder 4 bezeichnet, angeordnet. In den Zylindern 4 sind Kolben 5, 6 verschiebbar gelagert, wobei sich die Zylinderköpfe 7, 8 an der Gleitfläche 20 einer feststehenden Schiefscheibe 9 über die Gleitschuhe 10, 11 abstützen. Die Zylinder 4 sind über Verbindungsöffnungen 12a, 12b und die Steueröffnungen 14, 15 einer Steuerplatte 16 mit den Druckleitungen 17 und 18 verbunden.

Die Erfindung betrifft eine Weiterbildung der Gleitschuhe 10, 11. Jedoch ist die Erfindung nicht auf den Einsatz bei Axialkolbenmaschinen beschränkt und eignet sich in gleicher Weise zur Verwendung in Verbindung mit Radialkolbenmaschinen.

Die Fig. 1 bis 3 zeigen verschiedene Ausführungsbeispiele der erfindungsgemäß weitergebildeten Gleitschuhe 10. Sämtlichen Ausführungsbeispielen ist gemeinsam, daß der Gleitschuh 10 in einen Stützkörper 30 und ein in den Stützkörper 30 eingesetztes und mit diesem verbundenes Gleiteil 31 untergliedert ist. Während das Gleiteil 31 an der angrenzenden Gleitfläche 20 z. B. einer Schräg-, Schief- oder Taumelscheibe gleitend anliegt, wird durch den Stützkörper 30 die Verbindung mit dem zugeordneten Kolben (5 in Fig. 5) hergestellt. Dazu weist der Stützkörper 30 in den in Fig. 1 bis 3 dargestellten Ausführungsbeispielen eine zumindest teilweise sphärische Ausnehmung 32 auf, in welche der kugelförmig ausgebildete Zylinderkopf (7 in Fig. 5) einführbar ist. Auf die Verbindung zwischen Kolben und Stützkörper wird anhand der Fig. 6 und 7 genau eingegangen.

Der Gleitschuh weist an seiner unterseitigen Gleitsohle 35 zur hydrostatischen Entlastung eine Drucktasche 34 auf, die über eine Schmierbohrung 33 mit der Ausnehmung 32 in Verbindung steht. Hinsichtlich der genauen Geometrie der Ausnehmung 32 und der Schmierbohrung 33, insbesondere im Bereich der Ausmündung der Schmierbohrung 33 in die Ausnehmung 32 und in die Drucktasche 34, wird auf das Gebrauchsmuster DE-Gbm 295 14 831.4 der gleichen Anmelderin verwiesen, dessen Offenbarung in die vorliegende Anmeldung zur Verkürzung der Darstellung durch Bezugnahme einbezogen wird.

Erfindungswesentlich ist die Untergliederung des Gleitschuhs 10 in ein Gleitteil 31 aus einem Material mit guten Gleiteigenschaften und einen Stützkörper 30 aus einem Material hoher mechanischer Festigkeit. Da für das Material des Gleitteils 31 lediglich die Gleiteigenschaften, nicht jedoch die Anforderungen an die mechanische Festigkeit im Vordergrund stehen und umgekehrt für das Material des Stützkörpers die mechanische Festigkeit in bezug auf Zug- und Biegebeanspruchung von wesentlicher Bedeutung ist, die Gleiteigenschaften jedoch mangels Berührung mit der Gleitfläche völlig unerheblich sind, entsteht ein größerer Spielraum für die gezielte Auswahl geeigneter Materialien mit geringem spezifischen Gewicht. Sowohl für das Gleitteil, besonders aber für den Stützkörper können Materialien zum Einsatz kommen, die gegenüber einem konventionellen Gleitschuh ein wesentlich geringeres Eigengewicht aufweisen. Dadurch kann das Gewicht des gesamten Gleitschuhs 10 insgesamt wesentlich verringert werden, was eine Reduzierung der auf den Gleitschuh 10 einwirkenden Fliehkraft bewirkt. Durch die erfindungsgemäße Trennung der Gleit- und Stützfunktion des Gleitschuhs durch Unterteilung in ein Gleitteil 31 und einen Stützkörper 30 kann daher die Drehzahl einer hydrostatischen Maschine, bei welcher die erfindungsgemäßen Gleitschuhe zum Einsatz kommen, erheblich erhöht werden, ohne daß die Gefahr der Beschädigung der Gleitschuhe und/oder der Gleitfläche der Taumel-, Schräg- oder Schiefscheibe besteht.

Für den Stützkörper 30 eignen sich besonders Leichtmetalle, insbesondere aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung. Besonders geeignet sind AL Zu Mg Cu 1,5%, Ti A16V4.

Für das Gleitteil 31 eignen sich besonders keramische Materialien, insbesondere  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZrO}_2$ ,  $\text{SiC}$ .

In Betracht kommt jedoch auch eine Blei-Bronze-Legierung und sonstige Gleitlagerwerkstoffe.

Hinsichtlich der Form des Gleiteils 31 sind in den Fig. 1 bis 3 verschiedene Ausführungsbeispiele dargestellt. In Fig. 1 ist das Gleiteil 31 ringförmig ausgebildet, während das Gleiteil 31 in Fig. 2 eine scheibenförmige Form aufweist und von der Schmierbohrung 33 zentrisch durchdrungen wird.

In Fig. 3 hingegen ist das Gleitteil 31 in Form eines Stufenzylinders ausgebildet, der sich in einen ersten, an die Ausnehmung 32 angrenzenden Zylinder-Abschnitt 31a und einen zweiten, die Gleitsohle 35 bildenden Zylinder-Abschnitt 31b untergliedert. Der erste Zylinder-Abschnitt 31a bildet den unteren Abschluß der Ausnehmung 32 und ist in diesem Bereich in gleicher Weise geformt wie der Stützkörper 30 in den Ausführungsbeispielen der Fig. 1 und 2. Der zweite Zylinder-Abschnitt 31b grenzt an die Gleitfläche 20 der Taumel-, Schief- oder Schrägscheibe an und nimmt die Drucktasche 34 auf. Ferner ist in diesem Ausführungsbeispiel die Schmierbohrung 33 vollständig in dem Gleitteil 31 aus-

**gebildet**

Das in Fig. 3 dargestellte Ausführungsbeispiel hat den Vorteil, daß die Stützkraft von dem kugelförmigen Zylinderkopf 7 des Kolbens 5 unmittelbar auf das Gleitteil 31 übertragen wird und somit Spannungen an der Grenzfläche zwischen dem Stützkörper 30 und dem Gleitteil 31 vermieden werden. Der das Gleitteil 31 umgebende Stützkörper 30 nimmt jedoch die nach außen gerichteten Kräfte auf, was von wesentlicher Bedeutung ist, wenn das Gleitteil 31 aus einem spröden Material, insbesondere aus einem Keramikmaterial, besteht.

**Fig. 4** zeigt die beispielhafte Ausbildung der Gleitsole 35 eines erfindungsgemäßen Gleitschuhs entsprechend einem der in den **Fig. 1** bis 3 dargestellten Ausführungsbeispiele. Zu erkennen ist die Ausmündung der Schmierbohrung 33, die in die Drucktasche 34 einmündet. Die Drucktasche 34 kann durch eine oder mehrere Unterteilungen 36 labyrinthartig unterteilt sein, um dem schnellen Entweichen des Druckmittels entgegenzuwirken und somit die hydrostatische Entlastung zu verbessern.

Die Fig. 6 und 7 zeigen zwei Ausführungsformen einer Gelenkverbindung zwischen dem erfindungsgemäßen Gleitschuh 10 und dem zugeordneten Kolben 5.

Bei dem Ausführungsbeispiel entsprechend Fig. 6 ist an den Kolben 5 ein Kugelkopf 40 angeformt, der in die sphärische Ausnehmung 41 des Gleitschuhs 10 eingreift. Die Kugelkopfverbindung 40, 41 ermöglicht innerhalb eines vorgegebenen Winkelbereichs eine freie Winklereinstellung des Gleitschuhs 10 gegenüber der Längsachse 43 des Kolbens.

Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 7 dagegen ist ein Kugelkopf 44 an dem Gleitschuh 10 angeformt, während der Kolben 5 eine sphärische Ausnehmung 45 aufweist. Auf diese Weise wird ebenfalls eine gelenkartige Verbindung zwischen dem Gleitschuh 10 und dem Kolben 5 verwirklicht.

Aus Gewichtsgründen ist der Kolben 5 als Hohlkolben ausgebildet. Der zylinderseitig offene Kolbenhohlraum 46 ist gleitschuhseitig durch einen Schmiermittelkanal 47 verlängert. Die trichterförmigen Ausmündungsbereiche 48 bzw. 49 der Schmierbohrung 33 bzw. des Schmiermittelkanals 47 überlappen sich in jeder Winkelstellung, die der Gleitschuh 10 gegenüber der Langsachse 43 des Kolbens 5 einnehmen kann, so daß in jeder Winkelstellung ein kontinuierlicher Schmiermittelfluß von dem Kolbenhohlraum 46 zu der in den Fig. 1 bis 4 dargestellten Drucktasche 34 ermöglicht wird.

Hervorzuheben ist, daß die erfindungsgemäße Weiterbildung des Gleitschuhs 10 für beide in den Fig. 6 und 7 gezeigten Verbindungsarten gleichermaßen geeignet ist.

Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt. Vielmehr sind vielfältige geometrische Formen des in den Stützkörper 30 eingesetzten Gleitteils 31 möglich. Auch ist es denkbar, daß das Gleitteil 31 seinerseits mehrteilig ausgebildet ist, z. B. durch mehrere auf einer Kreislinie angeordnete Gleitklötze.

## Patentansprüche

1. Gleitschuh zum gleitenden Abstützen der Kolben (5, 6) einer Axial- oder Radialkolbenmaschine gegen eine Gleitfläche (20), bestehend aus einem mit dem zugeordneten Kolben (5) in Verbindung stehenden Stützkörper (30) und einem in den Stützkörper (30) eingesetzten und mit diesem verbun-

denen Gleitteil (31), das an der Gleitfläche (20) gleitend anliegt, dadurch gekennzeichnet, daß das Gleitteil (31) aus einem Material mit guten Gleiteigenschaften und gleichzeitig geringem spezifischen Gewicht besteht und daß der Stützkörper (30) aus einem Material hoher mechanischer Festigkeit und gleichzeitig geringem spezifischen Gewicht besteht.

2. Gleitschuh nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Stützkörper (30) aus einem Leichtmaterial, insbesondere aus Aluminium oder einer Aluminiumlegierung bzw. Titan oder Titanlegierung besteht.

3. Gleitschuh nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei dem Leichtmetall um AL Zu Mg Cu 1,5%, Ti A16V4 handelt.

4. Gleitschuh nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Gleitteil (31) aus einem keramischen Material besteht.

5. Gleitschuh nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß es sich bei dem keramischen Material um  $Al_2O_3$ ,  $ZrO_2$ , SiC handelt.

6. Gleitschuh nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Gleitteil (31) ringförmig ausgebildet ist.

7. Gleitschuh nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Gleitteil (31) scheibenförmig ausgebildet ist.

8. Gleitschuh nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Gleitteil (31) zylinderrförmig ausgebildet ist.

9. Gleitschuh nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Gleitteil (31) in Form eines Stufenzylinders mit Zylinder-Abschnitten (31a, 31b) unterschiedlichen Durchmessers ausgebildet ist.

10. Gleitschuh nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Stützkörper (30) eine Ausnehmung (32) zur Aufnahme eines Kugelkopfes (40) des zugeordneten Kolbens (5) aufweist und daß das Gleitteil (31) einen an den Kugelkopf (40) des Kolbens (5) angrenzenden und an diesen angepaßten ersten Zylinder-Abschnitt (31a), dessen Durchmesser mit dem Durchmesser der Ausnehmung (32) zur Aufnahme des Kugelkopfes (40) im wesentlichen übereinstimmt, und einen zweiten Zylinder-Abschnitt (31b) mit gegenüber dem ersten Zylinder-Abschnitt (31a) größerem Durchmesser, der an der Gleitfläche (20) gleitend anliegt, aufweist.

11. Gleitschuh nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Stützkörper (30) und/oder das Gleitteil (31) von einer Schmierbohrung 33 durchdrungen sind.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

\*

Fig. 1

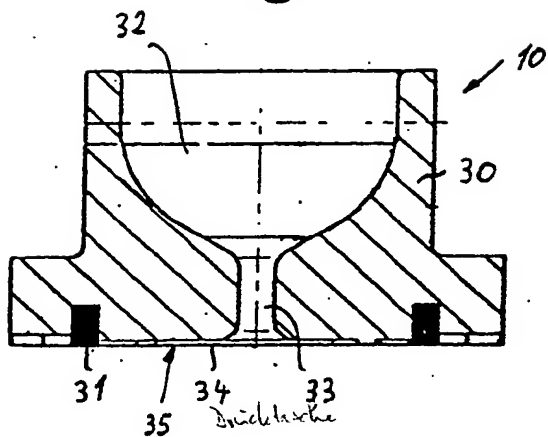


Fig. 2

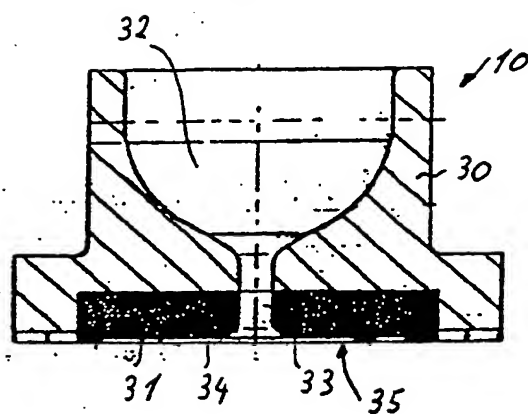


Fig. 3

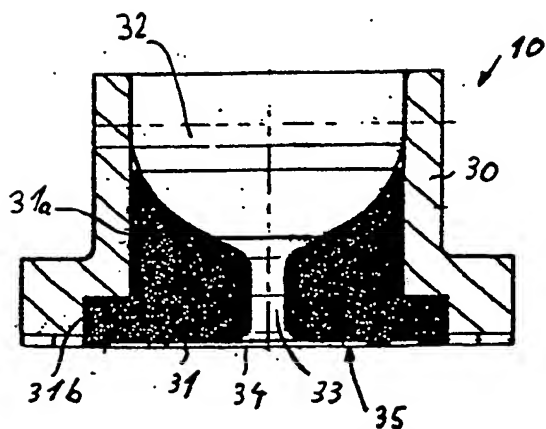
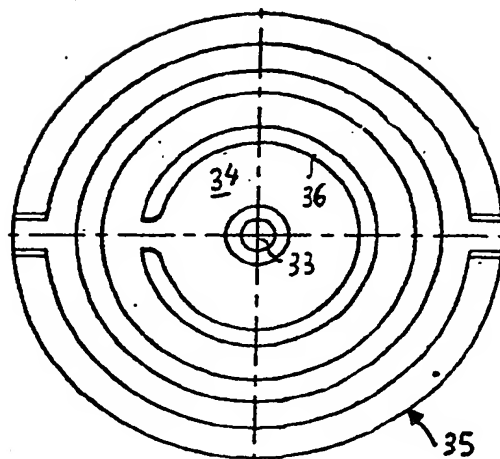


Fig. 4



BEST AVAILABLE COPY

702 031/15

Fig. 5

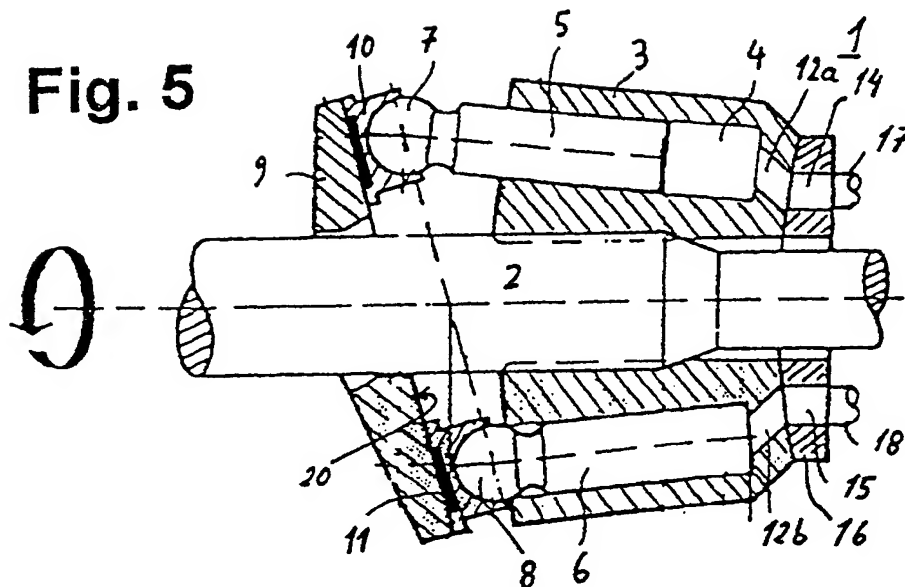


Fig. 6

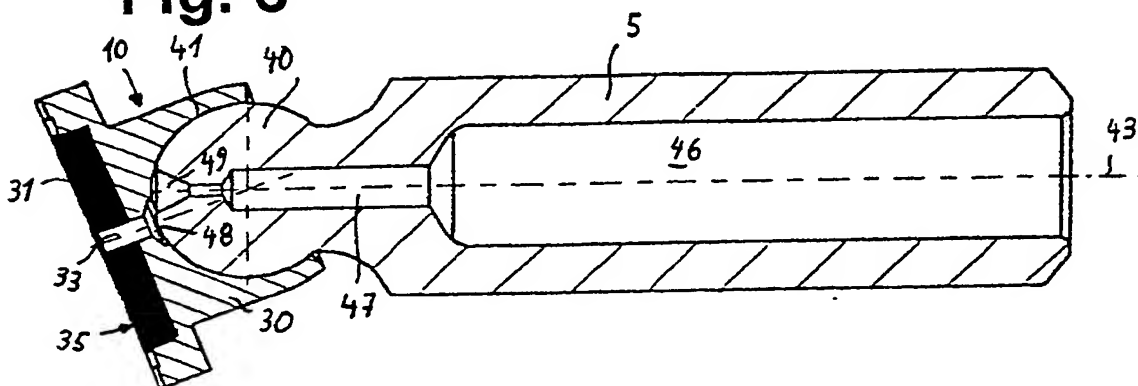


Fig. 7

